



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH KONSTRUKCÍ

DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

ŽELEZNIČNÍ MOST

RAILWAY BRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. EVA JIRKOVSKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Eva Jirkovská
Název	Železniční most
Vedoucí práce	Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1991 Zatížení staveb

ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí

Ocelové konstrukce pozemních staveb, Faltus

Kovové konstrukce - Konstrukce průmyslových budov, Melcher, Straka

Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího diplomové práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhnete nosnou ocelovou konstrukci železničního mostu s lávkou pro pěší na rozpětí 36,0m v lokalitě Vrútky.

Požadované výstupy: V diplomové práci podrobněji vypracujte návrh vybrané varianty včetně technické zprávy, statického výpočtu, odpovídající výkresovou dokumentaci včetně dílenské dokumentace a kusovník materiálu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a statickým posouzením ocelového železničního mostu s rozpětím 36,6 m. Most se nachází na dvoukolejné koridorové trati Košice - Púchov. Je tvořený dvěma svařovanými mostními konstrukcemi spojenými podélní dilatační spárou. Hlavní konstrukci tvoří čtyři plnostěnné nosníky uložené na ocelových kalotových ložiskách. Mostovka je horní s vanou pro kolejové lože, které je v místě mostu průběžné. Ztužení mostu je zabezpečeno kolejovým ložem a vodorovným a příčným příhradovým ztužením. Po obou stranách mostu vedou lávky pro pěší se šířkou 1,5 m.

Abstract

The thesis deals with design and static assessment of the steel railway bridge with a span 36,6 m. The bridge is located on the two-track corridor line Košice - Púchov. It consists of two bridge structures connected by a longitudinal expansion joint. The main construction consists of four solid welded beams mounted on steel calotte bearings. The bridge deck is the top with a tub for the track bed, which is continuous at the site of the bridge. Bridging the bridge is secured by a track bed and a horizontal and lateral truss bracing. On both sides of the bridge are pedestrian walkways with a width of 1,5 m.

Klíčová slova

železniční ocelový most, plnostěnné hlavní nosníky, svařovaný, ortotropní ocelová mostovka, lávka, kolejové lože, dvě mostní konstrukce, horní mostovka

Keywords

railway steel bridge, solid main beams, welded, ortotropic steel deck, footbridge, track bed, two bridge structures, upper bridge deck

Bibliografická citace

Bc. Eva Jirkovská *Železniční most*. Brno, 2019. 15 s., 168 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy závěrečné práce

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Železniční most* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

.....
Bc. Eva Jirkovská
7. ledna 2019

Prohlášení o původnosti závěrečné práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Železniční most* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

.....
Bc. Eva Jirkovská
7. ledna 2019

Obsah

Úvodní dokumenty

- Zadání
- Abstrakt, Klíčová slova
- Bibliografická citace
- Prohlášení

A. Technická zpráva

B. Statický výpočet var. A

C. Statický výpočet var. B

D. Dodatek statického výpočtu var. B

E. Výkresová dokumentace

- 01. Situace širších vztahů
- 02. Přehledný výkres var. A
- 03. Přehledný výkres var. B
- 04. Montážní sestavení
- 05. Výrobní výkres dílce M5
- 06. Výkres směrných detailů



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH KONSTRUKCÍ

DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES

A. TECHNICKÁ ZPRÁVA

ŽELEZNIČNÍ MOST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. EVA JIRKOVSKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2019

Obsah

1	Základní údaje	2
2	Stávající stav	2
2.1	Nosná konstrukce	2
2.2	Spodní stavba	2
2.3	Vybavení mostu	2
3	Zdůvodnění nutnosti stavby	3
4	Nový stav - varianta A	4
4.1	Hlavní nosná konstrukce	4
4.2	Spodní stavba	4
4.3	Vybavení mostu	4
4.4	Hmotnost konstrukce	6
5	Nový stav - varianta B	6
5.1	Hlavní nosná konstrukce	6
5.2	Spodní stavba	8
5.3	Vybavení mostu	8
5.4	Hmotnost konstrukce	8
6	Zhodnocení variant	9
7	Předpoklady návrhu nosné konstrukce	9
7.1	Zatěžovací stavy	9
7.2	Kombinace zatížení	10
8	Statické řešení	10
9	Materiál	10
10	Ochrana proti korozi	11
11	Doprava a montáž	11
11.1	Postup montáže	11
12	Normy a předpisy	12
	Literatura	13

1 Základní údaje

Název stavby:	Železniční most
Trať:	260 Kralovany - Púchov
Trafový úsek:	2601
Definiční úsek:	57
Kategorie zatížení podle UIC 700:	D4
Kraj:	Žilinský
Okres:	Martin [506]
Katastrální území:	Vrútky [870650]
Staničení:	evidenční km 317,509
Umístění stavby:	intravilán obce Vrútky, mezistaniční úsek
Přemostovaná překážka:	řeka Turiec
Počet mostních konstrukcí:	2
Počet polí:	1
Rozpětí:	36,60 m
Podélní sklon:	-1,0 ‰
Šikmost uložení:	65°

2 Stávající stav

2.1 Nosná konstrukce

Jedná se o dvojtrámové ocelové železniční mosty s horní prvkovou mostovkou. Rozpětí konstrukce je 36,60 m. Dřevěné mostnice jsou osazeny na podélníky, které jsou osazeny na příčníky. Průřezy hlavních nosníků, podélníků i příčníků jsou tvaru I. Průřezy pásnic hlavních nosníků jsou proměnného průřezu. Výška hlavních nosníků je 3,020 m, osová vzdálenost je 2,78-1,99-2,78 m. Osová vzdálenost příčníků je 2,525 m.

V úrovni dolních pásnic příčníků je rovina horního ztužení. Diagonály ztužidla jsou složeného průřezu se čtyř tyčí průřezu Lr a vložené pásnice. V úrovni spodních pásnic hlavních trámů je rovina dolního ztužidla. Diagonály a svislice ztužidla jsou složeného průřezu se dvou tyčí průřezu Lr a vložené pásnice. V místě příčníků je svislé ztužení tvaru V, průřez je složen stejně jako u dolního ztužidla.

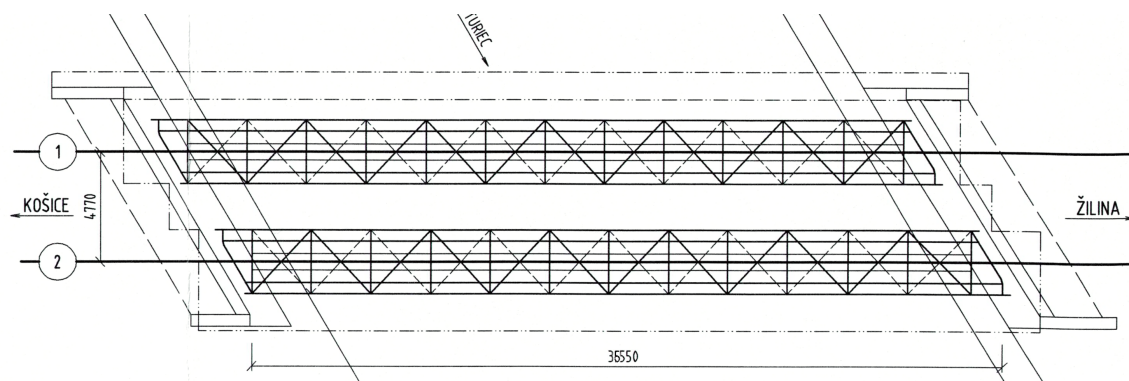
Na levé straně mostu ve směru staničení se nachází lávka pro pěší. Její šířka je pouze 1,20 m. Vynášena je konzolou připojenou na hlavní nosníky mostu pomocí nýtů. Vzdálenost konzol se rovná vzdálenosti příčníků, a to 2,525 m.

2.2 Spodní stavba

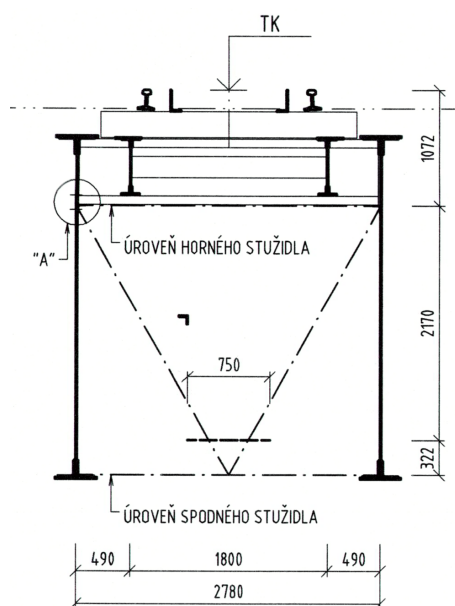
Spodní stavba je tvořena betonovými gravitačními opěrami. Součástí opěr jsou rovnoběžná křídla, závěrné stěny a železobetonové úložné prahy. Základy opěr nejsou známe. Výška opěr od terénu je 3,100 m, jejich délka je 11,950 m.

2.3 Vybavení mostu

Uložení konstrukce je šikmé na ocelových válcových ložiskách. Na Žilinské opěře jsou pevná, na Košické opěře jednosměrně pohyblivá. Odvodnění na mostě není řešeno, voda odtéká



Obrázek 1: schéma uspořádání ve stávajícím stavu



Obrázek 2: příčný řez ve stávajícím stavu

přes konstrukci přímo do řeky. V místě lávky se nachází zábradlí výšky 1,10 m. Je tvořeno úhelníky o stranách 60x60 mm. Výplň zábradlí je tvořena síťovinou.

3 Zdůvodnění nutnosti stavby

Z důvodu umístění mostu v intravilánu obce Vrútky a toho, že konstrukce je prvková, což má za následek zvýšenou hlučnost, se správce mostu rozhodl konstrukci nahradit konstrukcí s průběžným kolejovým ložem, která vychází z hlediska hlučnosti lépe než stávající prvková. Při obhlídce mostu se zjistil nevyhovující stav podlahových nosníků na lávkách, které byli zcela postiženy hloubkovou korozí, tudíž neplnili svou funkci.



Obrázek 3: zkorodované podlahové nosníky

4 Nový stav - varianta A

Ve variantu A se jedná ocelový dvoukolejní železniční most s lávkami pro pěší po obou stranách konstrukce a průběžným kolejovým ložem. Konstrukce zůstala trémová s plnostěnnými nosníky a horní mostovkou. Rozpětí je stávající, a to 36,60 m.

4.1 Hlavní nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukci tvoří čtyři plnostěnné svařované nosníky s osovou vzdáleností 2,70-2,07-2,70 m. Jejich výška je 2,80 m. Příčné výztuhy jsou tvořeny plnostěnnými příčníky tvaru obráceného T s osovou vzdáleností 2,525 m. Jejich výška je minimálně 0,50 m. Příčníky jsou přivařeny koutovými svary k mostovkovému plechu o tloušťce 14 mm. Ocelová vana má střešovitý 3% sklon. Podélné výztuhy mostovky jsou z pásové oceli o výšce 0,25 m a osové vzdálenosti 0,45 m. Ve stojině příčníku je otvor, pro průběžný přechod podélníků přes příčník.

Horní úroveň vodorovného ztužidla nahrazuje kolejové lože a ocelová vana pro kolejové lože. Dolní úroveň tvoří příhradové ztužidlo průřezu trubky TR 70x4. Ztužidlo je umístěno v úrovni spodní pásnice hlavního nosníku. Příčné ztužidlo jsou tvaru V a jsou umístěny na krajích v místě uložení. Ztužidlo má průřez trubky o poloměru 60 mm a tloušťce stěny 4 mm.

Lávky pro pěší jsou nesené konzolami proměnného průřezu tvaru obráceného T výšky 400 až 200 mm. Šířka pochůzného prostoru se zvětšila o 0,30 m na 1,50 m. Pochůzní plochu lávky tvoří plech tloušťky 14 mm. Nesen je příčnými nosníky z válcovaného profilu IPE 120. Nosníky jsou vyztuženy čtyřmi zapuštěnými podélníky z pásové oceli o výšce 0,08 m a vzdálenosti 0,30 m. Nosníky jsou uloženy na jedné straně na svařované konzole, z druhé strany na L-profile přivařeném na plechu mostovky koutovými svary.

4.2 Spodní stavba

Spodní stavba se odbourává do úrovně úložného prahu. Provede se nová izolace rubu opěry z asfaltových pásů. Vybuduje se nový úložný práh, závěrná zídka a křídla.

4.3 Vybavení mostu

Uložení konstrukce zůstalo šikmé z důvodu co nejmenších zásahů do opěr. Ložiska jsou kalotová, na Košické opěře jsou jednosměrně pohyblivá, na Žilinské opěře jsou pevná.

4.4 Hmotnost konstrukce

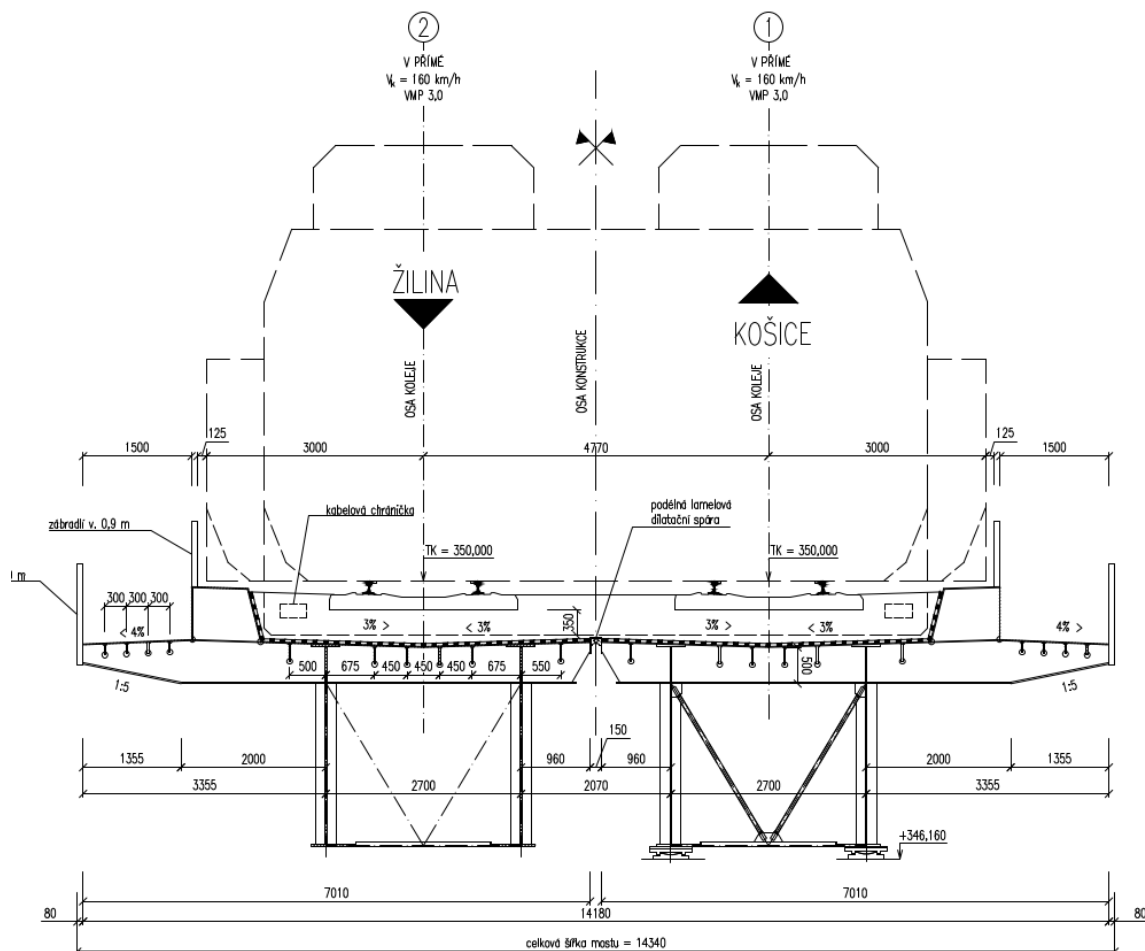
Průřez	Plocha [m^2]	Délka [m]	kg/ks	Počet kusů	Celkem [kg]
Hlavní nosník IS 2800/400/25/30/4	0,0925	36,600	26 577	4	106 308
Střední příčník T 500/300/15/20	0,0132	11,180	1 159	14	16 226
Krajní příčník T 500/300/15/20	0,0132	10,166	1 054	2	2 108
Druhý příčník T 500/300/15/20	0,0132	4,545	471	2	942
Podélník 250/20	0,005	36,600	1 437	14	20 118
Mostovka tl. 14 mm	0,173	36,600	49 705	1	49 705
Diagonály vodorovného ztužidla TR 70/4	0,0008	3,697	24	56	1 344
Příčle vodorovného ztužidla TR 70/4	0,0008	2,700	17	34	578
Příčné ztužidla TR 60/4	0,0007	2,625	15	8	120
Konzola lávky TS 400-200/150/20/15	0,0072	4,018	228	30	6 840
Příčný nosník lávky IPE 120	0,0013	1,580	17	30	510
Podélníky lávky 80/10	0,0008	36,600	230	8	1 840
Plech chodníku tl. 14 mm	0,0267	36,600	7 672	2	15 344
Profil L 60x60x6	0,0007	36,600	202	2	404
Hmotnost celkem [kg]					222 387
2% svary [kg]					4 448
Cena za kg oceli v eurech					1,6
Cena [€]					362 936

5 Nový stav - varianta B

Stejně jako u varianty A se jedná ocelový dvoukolejný železniční most s lávkami pro pěší po obou stranách konstrukce a průběžným kolejovým ložem. Konstrukce je trémová s plnostěnnými nosníky a horní mostovkou. Rozpětí je stávající, a to 36,60 m.

5.1 Hlavní nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukci tvoří čtyři plnostěnné svařované nosníky s osovou vzdáleností 2,70-2,07-2,70 m. Jejich výška je 2,80 m. Příčné výztuhy jsou tvořeny plnostěnnými příčníky tvaru obráceného T s osovou vzdáleností 2,525 m. Jejich výška je minimálně 0,50 m. Příčníky



Obrázek 5: příčný řez varianty B

jsou přivařeny koutovými svary k mostovkovému plechu o tloušťce 14 mm. Ocelová vana má střešovitý 3% sklon. Podélné výztuhy mostovky jsou z pásové oceli o výšce 0,25 m a osové vzdálenosti 0,45 m. Ve stojině příčnicku je otvor, pro průběžný přechod podélníků přes příčník.

Horní úroveň vodorovného ztužidla se nahrazuje kolejovým ložem a ocelovou vanou pro lože. Dolní úroveň tvoří příhradové ztužidlo průřezu trubky TR 70x4. Ztužidlo je umístěno v úrovni spodní pásnice hlavního nosníku. Příčné ztužidla jsou tvaru V a jsou umístěny na krajích v místě uložení. Ztužidlo má průřez trubky o poloměru 50 mm a tloušťce stěny 4 mm.

Zde je pochůzní plocha lávky nesená příčníkem, který se prodlouží o 1,50 m na obě strany. Příčník zároveň tvoří příčnou výztuhu lávky. Podélné výztuhy tvoří čtyři pásové plechy o rozměrech 100x15 mm s osovou vzdáleností 0,30 m. Délka podélníků se rovná vzdálenosti příčníků, a to 2,525 m. Podélníky jsou přivařeny k příčníku. Pochůzní plech lávky má tloušťku 14 mm.

5.2 Spodní stavba

Spodní stavba se odbourá do úrovně úložného prahu. Provede se nová izolace rubu opěry z asfaltových pásů. Vybuduje se nový úložný práh, závěrná zídka a křídla.

5.3 Vybavení mostu

Uložení konstrukce zůstalo šikmé z důvodu co nejmenších zásahů do opěr. Ložiska jsou kalotová, na Košické opěře jsou jednosměrně pohyblivá, na Žilinské opěře jsou pevná.

Odvodnění konstrukce je řešeno pomocí plastových trubek DN 150. Voda z povrchu vany je svedena svislými odvodňovači přímo do vodního toku. V místě opěr je voda svedena do podélných odvodňovačů, které jsou zaústěny mimo opěru do vodního toku.

Mostní závěry budou lamelové. Nacházejí se v místě přechodu mostovkového plechu na opěru a v místě podélné dilatační spáry mezi konstrukcemi.

5.4 Hmotnost konstrukce

Průřez	Plocha [m^2]	Délka [m]	kg/ks	Počet kusů	Celkem [kg]
Hlavní nosník IS 2800/400/25/30/4	0,0925	36,600	26 577	4	106 308
Střední příčník T 500/300/15/20	0,0132	14,180	1 470	14	20 580
Krajní příčník T 500/300/20/20	0,0156	11,645	1 427	2	2 854
Druhý příčník T 500/300/15/20	0,0132	6,045	627	2	1 254
Podélník 250/20	0,005	36,600	1 437	14	20 118
Mostovka tl. 14 mm	0,173	36,600	49 705	1	49 705
Diagonály vodorovného ztužidla TR 70/4	0,0008	3,697	24	56	1 344
Příčle vodorovného ztužidla TR 70/4	0,0008	2,700	17	34	578
Příčné ztužidla TR 50/4	0,0006	2,625	13	8	104
Podélníky lávky 100/15	0,0015	36,600	431	8	3 448
Plech chodníku tl. 14 mm	0,0267	36,600	7 672	2	15 344
Hmotnost celkem [kg]					221 637
2% svary [kg]					4 433
Cena za kg oceli v eurech					1,6
Cena [€]					361 712

6 Zhodnocení variant

Varianty se hodnotili z následujících hledisek:

- náklady na konstrukci v eurech - viz tabulky výše
- délka montáže - objekt se nachází na hlavní koridorové trati, proto je nutné, aby montáž proběhla v co nejkratším čase
- náročnost detailů

Z hlediska nákladů vyšla levnější varianta B, a to o 1 224 €. Mosty v obou variantách budou svařované, počítá se s podélným výsunem konstrukce. Ve variantu A se lávka bude montovat po osazení hlavní konstrukce mostu a obnovení provozu na trati. Vzhledem k tomu, že montáž lávky neovlivní provoz na trati je délka výluky stejná u obou variant. Zde je len otázkou komfort pěších, který si zkracují cestu na nádraží lávkou. Obcházková trasa by časově vyšla o 5 minut déle. Zde taktéž vychází lépe varianta B. I v otázce náročnosti detailů vychází varianta B lépe, protože odpadá nutnost složitější montáže lávky.

Pro podrobnější zpracování byla zvolena **varianta B**.

7 Předpoklady návrhu nosné konstrukce

Návrhová životnost ocelové konstrukce mostu je uvažována na 100 let. V rámci statického posouzení byla konstrukce dle STN EN 1993 ověřena na:

- **mezní stavy únosnosti** s uvážením vlivu pevnosti průřezu, vzpěrné pevnosti prutů a konstrukce, pevnosti spojů; konstrukce byla navržena na nejnepríznivější návrhovou kombinaci zatížení;
- **mezní stavy použitelnosti** s uvážením přetvoření od charakteristických hodnot nejnepríznivější kombinace zatížení.

7.1 Zatěžovací stavy

Konstrukce byla zatěžována dle STN EN 1991-2 následujícími účinky:

- **vlastní tíha:** generována statickým programem RFEM 5.12.01;
- **ostatní stále zatížení:**
 - kolejové lože tloušťky 0,55 m: 11,00 kN/m²,
 - 2 kolejnice UIC 60E1: 1,20 kN/m,
 - kolejnicové podpory B91 S/2: 4,80 kN/m;
 - ochrana izolace z asfaltového betonu tloušťky 30 mm: 0,72 kN/m²;
 - izolace z asfaltových pásů tloušťky 10 mm: 0,22 kN/m²;
 - sdělovací a zabezpečovací kabely: 0,5 kN/m;
 - zábradlí výšky 1,10 m: 1,0 kN/m;
- **zatížení dopravou:** byly použity zatěžovací modely LM 71 běžná doprava a SW/2 těžký vlak pro svislé účinky, vodorovné účinky byly uvažovány rozjezdové a brzdící síly a boční ráz; sestavy zatížení byly stanoveny dle normy STN EN 1991-2;

- **zatížení na lávku:** dle zatěžovacího modelu 4, $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$;
- **zatížení větrem:** základní rychlost větru $v_b = 24 \text{ m/s}$ ve výšce 10 m nad terénem pro větrovou oblast I dle STN EN 1991-1-4.
- **zatížení sněhem na lávku:** charakteristická hodnota $s_k = 2,25 \text{ kN/m}^2$ pro sněhovou oblast IV. dle STN EN 1991-1-3.

7.2 Kombinace zatížení

Kombinace byly provedeny pro trvalé a dočasné návrhové situace mezního stavu únosnosti a charakteristické kombinace pro mezní stav použitelnosti dle normy STN EN 1991-1.

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace dle rovnice 9.10:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Charakteristická kombinace zatížení pro mezní stav použitelnosti dle rovnice 9.16:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

8 Statické řešení

Statická analýza bylo provedena metodou konečných prvků v programu RFEM 5.12.01. Model byl modelován ve 3D s ohledem na zjednodušení výpočtu idealizováním vazeb a přitom zachování skutečného chování konstrukce. Při modelování byla uvažována excentricita.

Všechny prvky byly modelovány jako pruty. Podélníky a příčníky byly uvažovány jako žebra s příslušnou efektivní šířkou určenou dle součinitele boulení. Plech mostovky byl modelován jako deskostěna.

Podpory mají povoleno pootočení ve všech směrech. Posun byl umožněn jenom podélně po konstrukci (směr x) na pohyblivých podporách.

9 Materiál

Všechny prvky jsou konstruovány z oceli S355 jakosti určené pro referenční teplotu $T_{Ed} = -40^\circ$ dle tabulky 2.1 v STN EN 1993-1-10, a to následovně:

- jakostní stupeň JR pro tloušťky $t \leq 15 \text{ mm}$
- jakostní stupeň J0 pro tloušťky $t \leq 20 \text{ mm}$
- jakostní stupeň J2 pro tloušťky $t \leq 35 \text{ mm}$

Předpokládá se provádění svarů obloukovým svařováním ručně nebo automaticky dle úrovně kvality EXC3, třídy následků CC3 a kategorie použitelnosti SC2. Jakost použitých elektrod je E-35-B 125.

10 Ochrana proti korozi

Prvky jsou opatřeny antikoročním nátěrem dle souboru norem STN EN ISO 12 944. Stupeň korozní agresivity atmosféry byl stanoven vysoký **C4**. Životnost nátěrového systému je vysoká (H) pro dobu životnosti delší než 15 let.

Úprava povrchu hlavních nosních částí se provede otryskáním ve stupni úpravy povrchu **Sa 2 1/2**. Ochranný protikorozní nátěr je navržen **ONS 23 ŽSP + ONS 02**. Tloušťky jednotlivých vrstev: základní nátěr = 80 μm , podkladní a vrchní nátěr = 240 μm (ve čtyřech vrstvách). Vrchní nátěr se provede s odstínem barvy **RAL 6002**.

Ostatní nenosné části ocelových konstrukcí a zábradlí se provedou s povlakem ONS 23 v barevném odstínu konstrukce.

11 Doprava a montáž

Montáž konstrukce bude probíhat podélným výsunem pomocí lisů z důvodu co nejkratší montáže a stísněných podmínek pro konstrukci jeřábu.

Jednotlivé konstrukce mostu se skládají ze šesti montážních dílců (M1 až M6). Hmotnost nejtěžších mostních dílců M2 a M5 je **50 tun**. Ostatní dílce mají hmotnost nižší, a to **36 tun**.

Montážní dílce se vzhledem ke hmotnosti na stavbu dopraví pomocí speciálního podvalníku Goldhofer z nosností od 50 t po pozemní komunikaci. V blízkosti stavby se nachází železniční překladiště, které se využije pro svařování montážních dílců. Na tomto místě se konstrukce pomocí jeřábu Liebherr HC snese z podvalníků.

11.1 Postup montáže

1. svaření montážních dílců M1 až M3 do první mostní konstrukce, svaření dílců M4 až M6 do druhé mostní konstrukce dle montážního projektu
2. přivaření diagonál vodorovného ztužidla v poli mezi montážními celky
3. příprava vysouvacích lisů, kluzních destiček a montáž výsuvného nosu o délce 37 m na straně Košické opěry
4. kontrola svarů před výsunem mostních konstrukcí a geodetické zaměření
5. zahájení výsunu první mostní konstrukce rychlostí 5 m/s, při výsunu probíhá geodetická kontrola opěr a samotné konstrukce
6. po dokončení výsunu první konstrukce se opět provede geodetické zaměření, zkontrolují se posuny v opěrách
7. zahájení výsunu druhé mostní konstrukce rychlostí 5 m/s, opět probíhá geodetická kontrola
8. provedení geodetické kontroly obou mostních konstrukcí, rektifikace ložisek
9. demontáž výsuvného zařízení
10. osazení mostních lamelových závěrů, podélní dilatační spáry, provedení izolace ocelové vany natavením asfaltových pásů, zhotovení ochrany izolace z asfaltového betonu

11. osazení kolejového lože a železničního svršku na most, pokládka kabelů, osazení odvodnění, osazení zábradlí
12. provedení poslední protikoroziční vrstvy a aplikace barevného odstínu
13. kontrola kvality provedení a obnovení provozu na trati

12 Normy a předpisy

- STN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhovania konštrukcií
- STN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zataženia konštrukcií - Časť 1-1: Objemové hmotnosti, vlastná tiaž a užitkové zataženia
- STN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zataženia konštrukcií - Časť 1-3: Všeobecné zataženia - Zataženie snehom
- STN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zataženia konštrukcií - Časť 1-4: Všeobecné zataženia - Zataženie vetrom
- STN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zataženia konštrukcií - Časť 1-5: Všeobecné zataženia - Zataženie účinkami teploty
- STN EN 1991-2 Eurokód 1: Zataženia konštrukcií - Časť 2: Zataženie mostov dopravou
- STN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhovanie ocelových konštrukcií - Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy
- STN EN 1993-1-5 Eurokód 3: Navrhovanie ocelových konštrukcií - Časť 1-5: Nosné stenové prvky
- STN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhovanie ocelových konštrukcií - Časť 1-8: Navrhovanie uzlov
- STN EN 1993-1-10 Eurokód 3: Navrhovanie ocelových konštrukcií - Časť 1-10: Húževnatosť materiálu a vlastnosti v smere hrúbky
- STN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhovanie ocelových konštrukcií - Časť 2: Ocelové mosty
- STN 73 6201: Projektovanie mostných objektov
- STN EN ISO 12 944: Náterové látky. Protikorozičná ochrana ocelových konštrukcií ochrannými náterovými systémami (soubor norem)
- STN EN 1090-2+A1 Zhotovovanie ocelových a hliníkových konštrukcií. Časť 2: Technické požiadavky na ocelové konštrukcie
- STN 01 3483 Výkresy stavebných konštrukcií. Výkresy kovových konštrukcií
- Predpis ŽSR Z 6: Priechodnosť tratí ŽSR
- Predpis ŽSR TS 3: Železničný zvršok
- Predpis ŽSR TS 14: Protikorozičná ochrana ocelových konštrukcií

Literatura

- [1] Freyssinet: [Online; navštíveno 12/2018].
URL http://www.freyssinet.cz/265-kalotova_mostni_loziska
- [2] Goldhofer: [Online; navštíveno 12/2018].
URL <https://www.goldhofer.com/en/heavy-duty-modules,15.html>
- [3] Karmazínová, M.: *BO09 Kovové mosty I. Modul M01: Základní zásady navrhování kovových mostů*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [4] Karmazínová, M.: *Kovové mosty I. Modul M02: Materiál kovových mostů, stabilita polohy, mostní svršek a mostovka železničních mostů, plnostěnné trémové mosty*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [5] Karmazínová, M.: *Kovové mosty I. Modul M03: Stabilita štíhlých stěn ocelových mostů*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [6] Karmazínová, M.: *Kovové mosty I. Modul M05: Příhradové trémové mosty, mostní vybavení*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [7] Kvočák, V.; Vičan, J.: *Kovové mosty I*. Technická univerzita v Košiciach, 2005.
- [8] Liebherr: [Online; navštíveno 12/2018].
URL <https://www.liebherr.com/en/deu/products/construction-machines/tower-cranes/top-slewing-cranes/top-slewing-cranes.html>
- [9] Milan Citta: [Online; navštíveno 12/2018].
URL <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/kompletace-svarovani-a-vysuny-ocelove-konstrukce-mostu-pres-lochkovske-udoli/>
- [10] Mosty: [Online; navštíveno 12/2018].
URL <http://www.mosty.cz/index.asp?module=ActiveWeb&page=WebPage&s=mosty-8-clanek17>
- [11] Pešek, O.: [Online; navštíveno 12/2018].
URL <https://www.fce.vutbr.cz/KDK/pesek.o/MOSTY.HTM>
- [12] Rotter, T.; Studnička, J.: *Ocelové konstrukce 30: Ocelové mosty*. České vysoké učení technické v Praze, 1997.
- [13] SUDOP: *Soubor mostních vzorových listů - MVL 102: Přechody*. České dráhy, s.o., 1997.



Obrázek 6: pohled na konstrukci zleva



Obrázek 7: vyústění lávky na Košické opěře



Obrázek 8: Žilinská opěra



Obrázek 9: Košická opěra